

	<b>INGENIERÍA DE PLANTA EXTERNA</b>	<b>NORMA C4C04 09/2025</b>
<b>COLUMNAS DE HORMIGON DE 5,70 M y 7,0 M - 420 daN</b>		

## A – OBJETIVO

El objetivo de esta norma es establecer las características básicas que deberán cumplir las columnas de hormigón 5.70/420 y 7.0/420 que adquirirá la Administración.

## B – CAMPO DE APLICACION

Integrar las especificaciones técnicas de pliegos de licitación o solicitudes de cotización para la adquisición de este tipo de material.

## C – NORMAS COMPLEMENTARIAS

UNIT-ISO 1920-1:2004 “Ensayos de hormigón – Parte 1: Muestreo de hormigón fresco”

UNIT-ISO 1920-4:2020 “Ensayos de hormigón – Parte 4: Resistencia del hormigón endurecido”

UNIT-ISO 1920-6:2019 “Ensayos de hormigón – Parte 6: Muestreo, preparación y ensayo de testigos de hormigón”

UNIT ISO 2859-1:1999 “Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos — Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según el nivel de calidad aceptable (AQL).”

## D – ESTRUCTURA

11 páginas.

## E – DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

### E.1 - Notación

$f_{ck}$	= resistencia característica del hormigón en cilindros a los 28 días
$f_{yk}$	= tensión de fluencia característica del acero pasivo (si no tiene escalón marcado se tomará la convencional del 0,2 %)
$f_{pyk}$	= tensión de fluencia característica del acero activo 0,2%
$f_{ptk}$	= tensión de rotura característica del acero activo
$f_{cd}$	= resistencia de cálculo del hormigón
$f_{yd}$	= tensión de fluencia de cálculo del acero pasivo
$f_{pyd}$	= tensión de fluencia de cálculo del acero activo
$f_{ptd}$	= tensión de rotura de cálculo del acero activo
$f_{p\infty}$	= tensión garantida en el acero pretensado a tiempo infinito (luego de todas las pérdidas)
$\epsilon_{puk}$	= deformación correspondiente a $f_{ptk}$
$A_c$	= área del hormigón
$A_s$	= área del acero pasivo
$A_p$	= área del acero activo

### E.2 - Definiciones

**Carga útil o de servicio  $P_s$ :** fuerza horizontal aplicada en la cima, equivalente al estado de carga teórico que produce las mayores solicitaciones en la columna.

**$P_{SE}$ :** Carga útil o de servicio que se considera para el ensayo de flexión de la columna, considerando la carga en la sección de aplicación de carga.

**Carga límite  $P_L$ :** carga mínima teórica provoca un estado de rotura o de utilización, reducida a una fuerza horizontal en la cima.

**$P_{LE}$ :** Carga límite que se considera en el ensayo de flexión de columnas.

**$P_{RE}$ :** *Carga de rotura* medida en el dinamómetro durante el ensayo de flexión; es el máximo valor leído en el ensayo luego del cual la columna ya no carga.

**Flecha:** distancia que recorre el eje de la columna desde la posición no deformada hasta las posiciones que se alcanzan durante el ensayo de flexión, medida en la cima o en el punto de aplicación de la carga.

## F – ESPECIFICACIONES

### F.1- Forma y dimensiones

Tabla 1

TIPO	FORMA	LONGITUD (cm)	Φ ó lado (cm), cima	Φ ó lado (cm), base
5,70/420 (C)	Prismática	570 ± 6	15 ± 2	15 ± 2
7/420 (D)	Prismática	700 ± 7	15 ± 2	15 ± 2

Se admite la siguiente tolerancia constructiva: ± 1 % para la longitud de la columna.

### F.2 - Materiales y detalles constructivos

#### F.2.1 Características generales

Columna prismática, maciza, de hormigón armado o pretensado.

#### F.2.2 Resistencia a la compresión del hormigón

El valor  $f_{ck}$  no debe ser inferior a 350 daN/cm<sup>2</sup>, se verifica según se indica en el F.4.1 (ensayo de compresión en cilindros de hormigón).

#### F.2.3 Recubrimiento de las armaduras

El recubrimiento mínimo de las armaduras debe ser de:

- 15 mm ± 1 mm para armaduras longitudinales.
- 10 mm ± 1 mm para armaduras transversales.

#### F.2.4 Armadura transversal

- El volumen de la armadura transversal (en espiral o con estribos) entre dos secciones de la columna debe ser mayor o igual al 0,1% del volumen del hormigón.
- El estribado debe ser cerrado.
- Para secciones anulares la armadura transversal debe ser en espiral.
- El paso de la armadura transversal debe ser:
  - ≤ 5 cm en los extremos de la columna en una longitud de 60 cm medida desde cada extremo.
  - ≤ 20 cm en el resto de la columna.

#### F.2.5 Ducto interior

ANTEL podrá solicitar columnas con o sin ducto interior.

Las columnas con ducto interior se utilizarán para el enhebrado de un cable, el ducto debe ser de material plástico y diámetro interior mínimo 1". La entrada debe ser a 0.70 m ± 0.02 m y la salida a 4.40 m ± 0.02 m; medidas respecto de la base hasta el punto del ducto más cercano a la base.

Para la entrada, se dejará una longitud de ducto plástico de  $25 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ , sobresaliendo sobre la superficie de la columna y para la salida, el tubo estará cortado al ras de la superficie de la columna.

### **F.3 - Cargas útiles, límites y coeficiente de seguridad a la flexión**

Las columnas deben verificar los valores mínimos que se especifican a continuación:

**Tabla 2**

<b>TIPO</b>	<b>CARGA ÚTIL Ps (daN)</b>	<b>Coeficiente de Seguridad -<math>\gamma</math></b>	<b>CARGA LÍMITE PL (daN)</b>
5.70/420 (C) 7/420 (D)	240	1,75	420

La carga se aplica en la sección de aplicación de carga, normal al eje no deformado, considerando la longitud libre y de empotramiento correspondiente de cada tipo de columna, según la siguiente tabla.

**Tabla 3**

<b>TIPO</b>	<b>LONGITUD TOTAL (cm)</b>	<b>LONGITUD EMPOTRAMIENTO (cm)</b>	<b>LONGITUD LIBRE (cm)</b>	<b>APLICACIÓN DE CARGA (cm) (*)</b>
5.70/420 (C)	$570 \pm 6$	115	455	440 (*)
7/420 (D)	$700 \pm 7$	117	583	563 (*)

(\*) - Distancia de la sección de aplicación de la carga respecto a la marca de empotramiento.

En el mismo punto de aplicación de carga, todas las columnas deben soportar una fuerza vertical de 800 daN, con una excentricidad de 30cm desde el borde de la sección para asegurar que pueda absorber la energía producida por los sistemas de protección personal.

Las columnas deben soportar una compresión de 1500 daN aplicada en el extremo superior, en el baricentro de la sección de hormigón.

### **F.4 - Pruebas y ensayos**

Son a cargo del proveedor todos los gastos generados por los ensayos.

#### **F.4.1 Ensayo a compresión en cilindros de hormigón**

En presencia de los inspectores de ANTEL se deben tomar 3 muestras de hormigón de la planta de fabricación para ser ensayadas a los 28 días, estas muestras deben ser extraídas, preparadas y ensayadas de acuerdo a la norma UNIT-ISO 1920.

Si el valor  $f_{ck}$  no verifica la resistencia a la compresión solicitada en F.2.2 (350 daN/cm<sup>2</sup>) implicará el rechazo del lote.

La empresa fabricante debe suministrar los moldes requeridos para este ensayo y deberá dar aviso de la fecha de hormigonado del lote, para que los inspectores de ANTEL puedan realizar este control sin dar aviso previamente.

#### F.4.2 Ensayo de flexión en columnas

Los inspectores de ANTEL deben elegir y marcar 3 columnas del mismo lote y con la misma fecha de hormigonado. A los 28 días de la fecha de hormigonado, se debe realizar el ensayo de una de estas 3 columnas, según el procediendo que se detalla a continuación:

- Se deben verificar en la columna elegida para el ensayo las dimensiones (según se detalla en F.4.3), las terminaciones (según se detalla en F.4.4), la chapa identificatoria (según G.1) y la ubicación de la marca de empotramiento (según G.2).
- Se coloca la columna en posición horizontal, con la base en un dispositivo que permita realizar el empotramiento sin introducir deformaciones.
- Se debe verificar que la columna esté correctamente colocada:
  - El empotramiento debe coincidir con la marca de empotramiento.
  - En caso de una columna prismática, ésta debe estar colocada de forma de verificar su comportamiento en la posición de menor inercia.
  - Se deben agregar apoyos intermedios para que no flexe por peso propio sin introducir fuerzas de rozamiento importantes, como por ejemplo apoyos con ruedas.
- Previo a la aplicación de cargas, se debe examinar la columna a efectos de replantear fisuras existentes que puedan deberse a fenómenos de retracción de fraguado o a la operación de montaje.
- Se debe aplicar la carga a una distancia de  $15 \pm 1$  cm por debajo de la cima, normal al eje no deformado.
- La flecha se debe medir en la sección de la cima; para medir la flecha se debe disponer de una aguja perpendicular a la superficie definida por la columna y la aplicación de la carga.
- El dinamómetro a utilizar debe ser proporcionado por la empresa adjudicataria y tener el certificado de calibración vigente. Antel podrá anexar uno propio para contrastar las lecturas.
- Para tener en cuenta durante la ejecución del ensayo:
  - El valor de carga a anotar es el logrado una vez que se estabilice la lectura.
  - Se debe tratar de que todas las lecturas de fuerza estén en un intervalo de  $\pm 5$  daN respecto del valor deseado.
- Primer ciclo de carga (Tabla 3):
  - Comenzar el proceso de carga en forma continua y creciente hasta alcanzar aproximadamente el 20 % de  $P_{SE}$  y detener la carga.
  - La letra E del subíndice indica que son cargas para ensayo.

Tabla 4

TIPO	20% P <sub>SE</sub> (daN)	40% P <sub>SE</sub> (daN)	60% P <sub>SE</sub> (daN)	80% P <sub>SE</sub> (daN)	100% P <sub>SE</sub> (daN)
Todos 5.70/420 (C) y 7/420 (D)	48	96	144	192	240

- Mantener la carga alcanzada por 2 minutos o más hasta que se establezca la lectura y posteriormente registrar:
  - o la lectura de dinamómetro
  - o la medida de flecha correspondiente.
- Continuar aumentando la carga cada 20 % de P<sub>SE</sub>, de acuerdo a los valores de la Tabla 3, repitiendo las operaciones detalladas (mantener y esperar que establezca la carga, posteriormente registrar fuerza y flecha correspondientes).
- Al alcanzar el 100 % de P<sub>SE</sub>, mantener esta carga durante 5 minutos, verificar que se estabiliza la carga, registrar la lectura del dinamómetro y el valor de la flecha correspondiente que se denomina **f<sub>PSE</sub>**.
- Observar y marcar todas las fisuras existentes en la columna previo a descargar la columna.
- Descargar totalmente la columna en forma lenta y continua, hasta que el dinamómetro no indique esfuerzo aplicado.
- Registrar la medida de la flecha residual al descargar completamente la columna que se denomina **f<sub>residual</sub>**.
- Realizar las siguientes verificaciones:
  - Verificaciones después del primer ciclo de carga y descarga:
    - 1) Debe verificar la condición menos exigente de las siguientes:
      - **f<sub>residual</sub> ≤ 20% de f<sub>PSE</sub>**
      - **f<sub>residual</sub> ≤ 1,5 cm**
 De lo contrario se entiende que la columna ha fallado.
    - 2) Deben cerrarse todas las fisuras marcadas anteriormente. Si esto no sucede, y se aprecian fisuras a simple vista, se entiende que la columna ha fallado.
  - Segundo ciclo de carga (Tabla 4):
    - En el segundo ciclo de carga, se aumenta ininterrumpidamente la carga hasta alcanzar el 120 % de P<sub>SE</sub> definido en la Tabla 4.

-Tabla 5

TIPO	120% P <sub>SE</sub> (daN)	140% P <sub>SE</sub> (daN)	160% P <sub>SE</sub> (daN)	P <sub>LE</sub> (daN)
Todos 5.70/420 (C) y 7/420 (D)	288	336	384	420

- Mantener por lo menos durante 2 minutos hasta que se establezca la lectura, registrar la lectura de dinamómetro y la medida de flecha correspondiente, que se denomina **f<sub>120% PSE</sub>** (con este valor se puede realizar la primera verificación de este ciclo de carga).
- Aumentar cada 20% realizando el mismo procedimiento hasta alcanzar o superar la carga límite **P<sub>LE</sub>** definido en la tabla anterior.

- Habiéndose alcanzado o superado  $P_{LE}$ , se puede proceder de 2 maneras:
  - o Seguir el segundo ciclo de carga, aumentar la carga hasta la rotura o hasta que la columna ya no carga para determinar  $P_{RE}$ .
  - o Descargar en forma lenta y continua hasta que el dinamómetro no indique esfuerzo aplicado; observar si se cierran las fisuras y el estado general de la columna; esperar 5 minutos y volver a cargar en forma lenta y continua hasta la rotura o hasta que la columna ya no carga para determinar  $P_{RE}$ .
- Verificaciones después del segundo ciclo de carga:

Para dar por aprobado el ensayo se deben verificar dos condiciones:

1)  $f_{120\% P_{SE}} - f_{residual} \leq f_{max. adm.}$

$f_{120\% P_{SE}}$ : flecha medida para la carga 120%  $P_{SE}$ .

$f_{residual}$ : flecha residual obtenida del primer ciclo de carga

$f_{max. adm.}$ : flecha máxima admisible definida en el siguiente cuadro

Tabla 6

TIPO	$f_{max. adm. (cm)}$
5.70/420 (C)	34
7/420 (D)	38

En caso contrario la columna ha fallado.

2)  $P_{LE} \leq P_{RE}$

En caso contrario la columna ha fallado.

Si el resultado del ensayo a flexión es que la columna ha fallado, se debe considerar que todo el lote ha fallado.

#### F.4.3 Verificación de dimensiones

- a) La longitud y las secciones de la base y la cima, considerando las dimensiones y tolerancias estipuladas en la Tabla 1 de F.1
- b) Se debe apreciar posibles curvaturas mediante la utilización de un hilo tensado que siga una generatriz desde la base hasta la cima. Se debe verificar que la distancia entre el hilo y la arista de la columna sea inferior a lo estipulado en la tabla siguiente.

Tabla 7

TIPO	Curvatura máxima (cm)
5.70/420 (C) 7/420 (D)	2,0

#### F.4.4 Verificación de terminaciones

Al inspeccionar las terminaciones en los bordes y en los extremos, no se debe admitir aristas vivas, rajaduras, fisuras ni desprendimientos del hormigón.

Se admite excepcionalmente el aporte de material para la terminación superficial en un máximo de 2 columnas cada 50, por una profundidad  $\leq 0,5$  cm y nunca en el extremo superior.

El corte de los hierros pretensados no debe sobresalir en más de 2 mm las superficies de la base y de la cima.

**F.4.5 Identificación y Marcado**

No se aceptan columnas sin chapa de identificación (G.1) o sin la marca para el empotramiento a la altura especificada (G.2).

**F.5 - Certificación e Información Técnica**

F.5.1 Las empresas oferentes deben demostrar el cumplimiento de *todos* los requisitos especificados en esta norma, debiendo para ello presentar la información técnica pertinente que incluye:

1. Declaración expresa del fabricante, de que puede fabricar de acuerdo al diseño especificado y dentro de las tolerancias establecidas en esta norma.
2. Información de las características resistentes de los materiales a utilizar, para lo cual el oferente completará la siguiente información:

**Tabla 8**

Hormigón	$f_{ck}(\text{daN/cm}^2)=$
Acero pasivo	$f_{yk}(\text{daN/cm}^2)=$
Acero pretensado	$f_{pyk}(\text{daN/cm}^2)=$ $f_{ptk}(\text{daN/cm}^2)=$ $\epsilon_{puk}(\%)=$ $f_{p\infty}(\text{daN/cm}^2)=$

3. Certificado de ensayo de hormigón a la compresión de acuerdo a la norma UNIT-ISO-1920 de un conjunto formado únicamente por 3 cilindros.

- Debe incluir la siguiente información:
  - a) Fecha del ensayo, expedido con antigüedad no mayor de 2 años previos a la fecha de presentación de la oferta.
  - b) Datos de la empresa que lo realiza: Facultad de Ingeniería o Facultad de Arquitectura o LATU u otro laboratorio acreditado por OUA.
  - c) Resultados del mismo.
- ANTEL dará por válido el resultado del ensayo si se cumplen las dos condiciones siguientes:
  - a) El promedio de los valores de resistencia a compresión de los tres cilindros  $\geq f_{ck} + 10 \text{ daN/cm}^2$ .
  - b) El mínimo de los valores de resistencia a compresión entre los tres cilindros  $\geq f_{ck} - 10 \text{ daN/cm}^2$ .

Se considera  $f_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$  de acuerdo a lo establecido en F.2.2.

**4. Certificados para el acero pretensado:**

- Datos de la empresa fabricante
- Presentación de certificados de ensayo del fabricante con los valores garantizados de sus propiedades mecánicas.  $f_{pyk}$ ,  $f_{ptk}$ ,  $\epsilon_{puk}$ .

**5. Planos detallados de las columnas, en los cuales se deben explicitar la ubicación y las dimensiones de todos los elementos que integran la columna: armaduras pasivas y activas, anclajes, recubrimientos, espiral, estribos, etc. Se exigirán alzado y corte.****6. Cálculo de las mismas utilizando notación definida en E.1.**

Antel requiere la entrega de la documentación descrita en los puntos 1 al 6 de este artículo en el momento de la oferta.

F.5.2 En caso de adjudicación, Antel requerirá además, la entrega de la documentación descrita en los puntos siguientes:

1. Plan de calidad para el producto, especificando claramente los procesos de fabricación y control seguidos, ensayos que se realizan y plan de muestreo utilizado.
2. Instrucciones de los métodos de manipulación y estibado que garanticen la preservación de las características de calidad.
3. Especificar el peso teórico

F.5.3 La información presentada podrá ser verificada por la Administración, tanto en la etapa de la oferta como durante las diferentes entregas. La constatación de incumplimientos generará de por sí el derecho al rechazo del material.

**G - MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE****G.1 Identificación**

Todas las columnas deben estar identificadas por medio de grabado en el hormigón o en chapa metálica resistente a la corrosión (acero inoxidable o aluminio) ubicada a  $3,50 \text{ m} \pm 2 \text{ cm}$  de la base, en que se debe indicar:

- Nombre del fabricante.
- Fecha de hormigonado.
- Número único de serie (asociado a la compra).

Si la identificación es en grabado, la profundidad de grabación debe ser de  $3 \pm 1 \text{ mm}$  y en letras de  $6 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$  de tamaño.

Si la identificación es mediante una chapa metálica, la misma no debe presentar bordes filosos expuestos ni salientes a la superficie del hormigón.

**G.2 Marca para empotramiento**

En todas las columnas debe pintarse una marca en esmalte color negro de  $4 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$  de ancho.

Dicha marca debe estar ubicada de acuerdo con lo especificado en el cuadro siguiente, medida desde la base de la columna hasta la línea inferior de la misma:

**Tabla 9**

<b>TIPO</b>	<b>Ubicación marca (cm)</b>
5.70/420 (C)	115 ± 1
7/420 (D)	117 ± 1

La marca de empotramiento debe cubrir al menos una cara o el fabricante podrá proponer otra forma de señalización la cual quedará a consideración de ANTEL.

### G.3 Manipulación y Estibado

La manipulación y estibado de las columnas se debe realizar de forma de preservar su conformidad con los requisitos.

Deben estar agrupadas por lotes de fabricación de forma de permitir su inspección pudiéndose apreciar todas sus características exteriores: marca, identificación y curvatura. En caso contrario el proveedor debe disponer los medios necesarios para permitir su inspección.

## **H - MUESTREO, ACEPTACIÓN Y RECHAZO**

H.1 Antes de la entrega de cada partida, el fabricante o proveedor debe asegurarse que el material cumple con los requisitos de esta norma y con las especificaciones de su oferta, realizando los ensayos y verificaciones que correspondan y adjuntar a la entrega los protocolos de los mismos.

H.2 Para el ensayo F.4.2 (flexión) debe solicitarse a ANTEL el envío de técnicos para la selección de las columnas a ensayar y posteriormente para presenciar el ensayo.

Un ensayo completo de los dos ciclos de carga se podrá realizar como mínimo cada 600 columnas. Un ensayo hasta el primer ciclo de carga, no destructivo, se podrá realizar cada 300 columnas como mínimo.

Para el resto de los atributos se efectuará un muestreo según Norma UNIT ISO 2859, para un nivel de inspección II, plan de muestreo simple para inspección normal:

Para las verificaciones F.4.3 b) y F.4.4 se toma un AQL=0,4%.

Para las verificaciones F.4.3 a) y F.4.5 se toma un AQL= 4%.

Se considera como unidad de muestreo a la columna. Los lotes estarán comprendidos entre 50 y 500 columnas.

Los tamaños de muestras y las condiciones de aceptación y rechazo se resumen a continuación:

Tabla 10

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	AQL= 0,4%		AQL= 4%	
		A	R	A	R
50 a 90	13	0	1	1	2
91 a 150	20	0	1	2	3
151 a 280	32	0	1	3	4
281 a 500	50	0	1	5	6

H.3 Sobre cada partida se debe realizar una inspección visual para verificar si las columnas cumplen con las características generales (verificación del tipo, aspecto superficial, identificación y marcado, presencia de todos los elementos constitutivos), rechazándose individualmente las que no satisfagan dichos requisitos. Si más del 5% fuera rechazado, se rechazará la partida.

H.4 Se considera defectuosa una columna inspeccionada cuando no cumpla un atributo cualquiera de los analizados. Una columna en la que se haya constatado algún incumplimiento de los requisitos durante la recepción debe ser rechazada individualmente, con independencia de la aceptación del lote.

H.5 Cuando la partida resulte aceptada según los criterios anteriormente expuestos, se deberán sustituir las columnas defectuosas detectadas por columnas sin defectos.

H.6 Las columnas a las cuales se les hayan realizado los ensayos, verificaciones y con cuyos datos se completaron los protocolos, deben quedar claramente identificadas.

H.7 La no presentación de los protocolos de ensayo implicará el rechazo de la partida.

Edición	Descripción de los cambios
11/23	Se sustituye en punto 4 de F.5. 1 “ $f_{pyk}$ , $f_{ptk}$ , $\epsilon_{puk}$ ” por sus propiedades mecánicas. Se sustituye en F.2.1 “Columna prismática, maciza, de hormigón pretensado por “Columna prismática, maciza, de hormigón armado o pretensado”.
06/24	Se agrega F.2.5 ducto interior. Se modifica F.5.1 y F.5.2.
09/25	Se agrega columna 7/420 (D): Se modifican F.1, F.3, se agrega nueva Tabla 3, se modifican/renumeran Tablas 1 a 10.